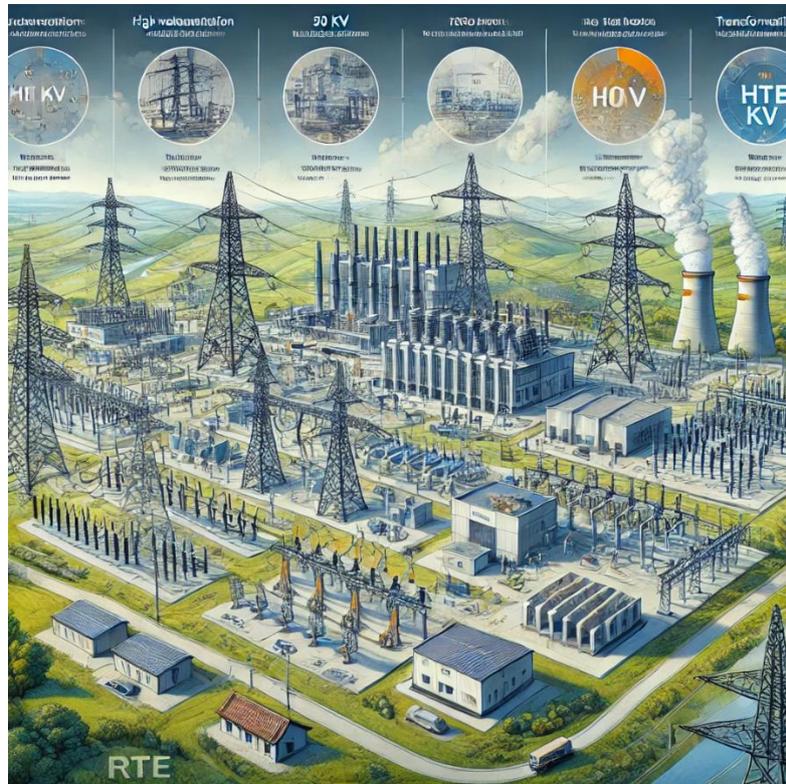


Support de Cours - Formation Habilitation Électrique HTB (H1 H2 HC)



Contexte de la Haute Tension HTB

□ Introduction à la Haute Tension HTB

◆ Définition et Rôle de la Haute Tension HTB

La Haute Tension B (HTB) correspond aux installations électriques fonctionnant sous une tension nominale supérieure à 50 000 volts (50 kV). Elle est principalement utilisée pour le transport d'électricité à grande échelle sur le territoire et son interconnexion avec les réseaux européens.

✦ Le rôle principal du réseau HTB est d'assurer :

✓ Le transport de l'électricité sur de longues distances depuis les centrales de production jusqu'aux réseaux de distribution HTA et BT.

✓ L'alimentation des grandes industries et infrastructures ayant des besoins énergétiques élevés.

✓ La stabilisation et l'équilibrage du réseau électrique national en assurant une gestion fluide de l'offre et de la demande.

✓ L'interconnexion avec les réseaux étrangers pour assurer une continuité de service et des échanges énergétiques.

💡 Exemple : Un site industriel nécessitant une puissance élevée peut être directement alimenté en HTB 90 kV ou 225 kV, plutôt qu'en HTA, afin de limiter les pertes et garantir une alimentation stable.

▣ Le Réseau de Transport d'Électricité et l'Exploitation du HTB en France

◆ Qui exploite le réseau HTB en France ?

✦ Le réseau de transport d'électricité en France est majoritairement exploité par RTE (Réseau de Transport d'Électricité).

RTE est responsable de :

✓ La gestion et la maintenance des infrastructures HTB.

✓ L'acheminement de l'électricité depuis les centrales de production vers les postes de distribution HTA/BT.

✓ La sécurisation du réseau électrique national contre les surcharges et les pannes.

✓ L'interconnexion avec les réseaux électriques étrangers (Allemagne, Belgique, Espagne, Royaume-Uni, etc.).

◆ Entreprises privées propriétaires de postes HTB

Outre RTE, certaines grandes entreprises privées possèdent leurs propres postes HTB pour gérer leur consommation d'électricité à grande échelle.

✦ Exemples d'entreprises possédant des postes HTB :

- Industries sidérurgiques et usines nécessitant de fortes puissances.
- Grandes infrastructures de transport ferroviaire (ex. SNCF pour l'alimentation des trains).
- Entreprises du secteur pétrochimique utilisant des postes HTB pour leurs raffineries.
- Datacenters et centres de télécommunications nécessitant une alimentation fiable et stable.

💡 Cas concret : Un poste HTB en 225 kV peut être directement exploité par une usine métallurgique qui a des besoins énergétiques très élevés pour son fonctionnement.

Structure et Organisation du Réseau HTB en France

Le réseau HTB en France est organisé en plusieurs niveaux de tension adaptés aux besoins du transport et de la distribution d'électricité.

◆ Les niveaux de tension en HTB

Tension (kV) Usage principal

400 kV Transport d'énergie à longue distance, interconnexion européenne

225 kV Transport régional, alimentation de grandes industries

90 kV - 63 kV Distribution locale aux postes HTA

✦ Explication :

- Le 400 kV est utilisé pour le transport interrégional et international d'électricité.
- Le 225 kV permet de relier les grands postes HTB aux centres de consommation industrielle.
- Le 90 kV et le 63 kV sont des tensions intermédiaires servant à la transition vers le réseau HTA.

💡 Exemple d'une ligne HTB en France :

Une centrale nucléaire produit de l'électricité en 400 kV, qui est ensuite abaissée à 225

kV pour être envoyée vers une grande ville, puis réduite à 90 kV ou 63 kV avant d'être distribuée en HTA aux entreprises et industries locales.

4 Pourquoi Utiliser des Tensions Élevées en HTB ?

◆ Avantages de la Haute Tension pour le Transport d'Électricité

L'utilisation de tensions élevées en HTB présente plusieurs avantages techniques et économiques :

✓ Réduction des pertes en ligne :

- Plus la tension est élevée, plus l'intensité du courant est faible pour une même puissance transportée, ce qui réduit les pertes par effet Joule.

✓ Capacité à transporter de grandes puissances :

- Les lignes HTB peuvent transporter des centaines de MW sur de longues distances, ce qui est essentiel pour équilibrer la consommation électrique entre différentes régions.

✓ Optimisation des infrastructures :

- Un réseau HTB bien structuré permet de réduire le nombre de postes de transformation, optimisant ainsi le coût des installations.

✦ Comparaison des pertes en fonction de la tension :

Tension (kV) Pertes en ligne (%) sur 100 km

400 kV 0,5%

225 kV 1%

90 kV 3%

💡 Exemple : Une ligne en 225 kV reliant une centrale éolienne à une grande ville a trois fois moins de pertes qu'une ligne en 90 kV sur la même distance.

5 Conclusion : Pourquoi le HTB est-il essentiel ?

✦ Le réseau HTB est l'épine dorsale du système électrique français. Il permet d'acheminer l'énergie sur de longues distances, d'alimenter les industries et d'assurer la stabilité du réseau électrique.

- ✅ HTB = Transport d'électricité fiable et performant.
- ✅ Géré principalement par RTE avec des postes HTB privés pour certaines industries.
- ✅ Tensions allant de 50 kV à 400 kV pour limiter les pertes et optimiser la distribution.

💡 Prochain chapitre : Les installations HTB et leurs composants (transformateurs, disjoncteurs, sectionneurs, etc.). 🚀 ⚡

📖 Chapitre 5 : Architecture et Raccordements des Réseaux HTB



◆ 5.1 Cartographie des Réseaux Haute Tension (HTB)

✦ Qu'est-ce que le réseau HTB ?

Le réseau HTB (Haute Tension B) est l'infrastructure qui permet d'acheminer l'électricité depuis les centrales de production vers les grands consommateurs et les postes de transformation HTA/BT.

✦ En France, le réseau HTB est exploité par RTE et certaines entreprises privées.

✦ Il est structuré en plusieurs niveaux de tension, permettant d'optimiser le transport et la distribution de l'électricité.

📖 Structure générale du réseau HT en France

Le réseau électrique français est organisé en plusieurs niveaux :

- ◆ Production (centrales électriques) → 400 kV
- ◆ Transport interrégional → 400 kV et 225 kV
- ◆ Transport régional et industriel → 90 kV et 63 kV
- ◆ Distribution locale HTA → 20 kV à 50 kV
- ◆ Basse tension pour les consommateurs → 400 V / 230 V

📖 Exemples de réseaux HTB et leurs usages :

Tension (kV)	Usage
400 kV	Transport longue distance, interconnexion européenne
225 kV	Transport régional et alimentation des grands industriels
90-63 kV	Distribution locale aux postes HTA
20 kV (HTA)	Distribution aux usines et entreprises
400V/230V (BT)	Alimentation des particuliers

💡 Exemple : Une centrale nucléaire injecte de l'électricité en 400 kV, qui est acheminée sur de longues distances avant d'être transformée en 225 kV, puis en 90 kV, et enfin distribuée en HTA et BT aux entreprises et particuliers.

◆ 5.2 Domaines de Tension et Structure d'un Réseau Privé HTB

✚ Les Domaines de Tension

Les tensions HTB sont classées en plusieurs catégories, selon leur usage :

Tension	Utilisation
HTB3 (400 kV)	Transport longue distance, interconnexion avec les réseaux étrangers
HTB2 (225 kV - 150 kV)	Transport interrégional et alimentation des grands sites industriels
HTB1 (90 kV - 50 kV)	Distribution vers les réseaux HTA et postes privés

✚ Plus la tension est élevée, plus les pertes en ligne sont réduites.

✚ Réseaux privés HTB

Certaines grandes industries possèdent leur propre poste HTB pour recevoir directement de l'électricité haute tension.

Exemples d'entreprises ayant un réseau privé HTB :

- ✓ Industries métallurgiques (aciéries, aluminium)
- ✓ Raffineries et industries pétrochimiques
- ✓ Transports ferroviaires (ex. SNCF avec des postes en 90 kV et 225 kV)
- ✓ Datacenters et entreprises de télécommunication

💡 Exemple : Une usine de production d'acier utilise un poste HTB 225 kV, transformant ensuite l'électricité en HTA 20 kV pour alimenter ses machines.

◆ 5.3 Types de Postes et Raccordements HTB

✦ Les Postes de Transformation HTB

Les postes HTB permettent de convertir l'électricité haute tension pour la rendre exploitable par le réseau.

Type de Poste	Fonction
Poste de transformation HTB/HTB	Relie différentes lignes HTB à des tensions différentes
Poste de transformation HTB/HTA	Abaisse la tension HTB vers le réseau de distribution HTA
Poste privé HTB	Fournit directement l'électricité aux grandes industries

💡 Exemple : Un poste de transformation HTB 225 kV → HTA 20 kV alimente une usine automobile.

✦ Types de Raccordements HTB

✦ Le raccordement HTB se fait principalement par deux méthodes :

- ✓ Raccordement aérien (lignes électriques sur pylônes)
- ✓ Raccordement souterrain (câbles enterrés sous haute protection)

Mode de raccordement	Avantages	Inconvénients
Ligne aérienne HTB	Coût réduit, maintenance facile	Exposition aux intempéries
Câbles souterrains HTB	Sécurité, moins d'impact visuel	Coût élevé, maintenance complexe

💡 Exemple : En milieu urbain, les câbles HTB 90 kV sont souvent enterrés pour éviter les nuisances visuelles.

◆ 5.4 Schéma Unifilaire des Postes HTB

✦ Définition du Schéma Unifilaire

Un schéma unifilaire est un diagramme électrique simplifié représentant le cheminement du courant à travers un poste HTB.

✦ Éléments principaux d'un poste HTB sur un schéma unifilaire :

- ✓ Arrivées HTB (depuis le réseau de transport)
- ✓ Sectionneurs et disjoncteurs HTB (interruption et protection)
- ✓ Transformateurs de puissance (abaissement de tension)
- ✓ Sorties vers le réseau HTA ou l'industriel

📄 Exemple de Schéma Unifilaire HTB

HTB 225 kV → Disjoncteur → Transformateur HTB/HTA → HTA 20 kV → Réseau industriel

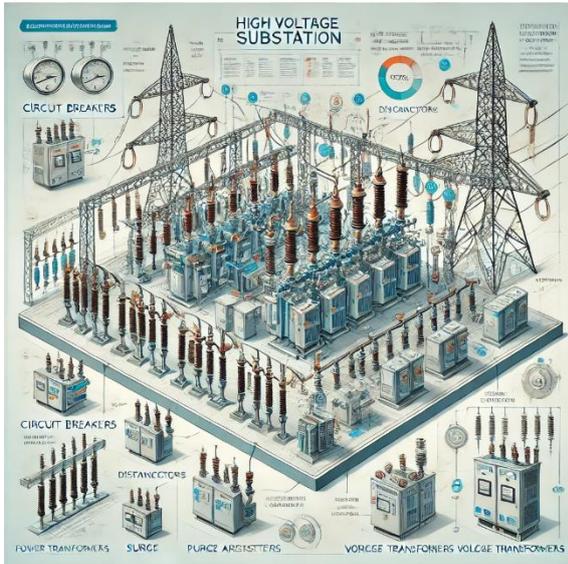
💡 Exemple : Un poste HTB 225 kV transforme l'électricité pour un site industriel en HTA 20 kV via un transformateur de puissance.

✦ Conclusion du Chapitre 5

- ✓ Le réseau HTB est essentiel pour transporter l'électricité sur de longues distances.
- ✓ Il est structuré en plusieurs niveaux de tension : 400 kV, 225 kV, 90 kV, 63 kV.
- ✓ Les grands industriels peuvent posséder leurs propres postes HTB.
- ✓ Les raccordements HTB peuvent être aériens ou souterrains selon les besoins.
- ✓ Les schémas unifilaires permettent de comprendre le fonctionnement des postes HTB.

💡 Prochain chapitre : Les matériels des postes HTB et leur rôle (disjoncteurs, sectionneurs, transformateurs, etc.). 🚀 ⚡

Chapitre 6 : Matériels des Postes HTB



◆ 6.1 Introduction aux Matériels des Postes HTB

Les postes Haute Tension B (HTB) sont des infrastructures essentielles pour la gestion et la distribution de l'énergie électrique à haute tension. Ils permettent de :

- ✓ Acheminer et distribuer l'électricité de manière sécurisée et efficace.
- ✓ Protéger le réseau contre les surtensions et les courts-circuits.
- ✓ Assurer la transformation des niveaux de tension pour alimenter différents réseaux et industries.

Ces postes intègrent plusieurs équipements spécifiques assurant la commutation, la protection et le contrôle du réseau.

◆ 6.2 Composants des Postes HTB

Les postes HTB contiennent plusieurs matériels indispensables pour garantir leur bon fonctionnement.

1. Sectionneurs HTB

Définition

Un sectionneur est un dispositif mécanique permettant d'ouvrir ou de fermer un circuit électrique lorsqu'il n'est pas sous charge. Il est utilisé pour isoler une partie du réseau lors d'une maintenance ou en cas d'incident.

✦ Types de sectionneurs

- ✓ Sectionneur unipolaire : utilisé pour isoler un seul conducteur.
- ✓ Sectionneur tripolaire : isole les trois phases simultanément.
- ✓ Sectionneur à mise à la terre : utilisé pour sécuriser une installation en la reliant à la terre après la coupure.

💡 Exemple : Avant d'effectuer une maintenance sur un disjoncteur HTB, un sectionneur tripolaire est ouvert pour isoler le circuit concerné.

⚡ 2. Disjoncteurs HTB

✦ Définition

Un disjoncteur HTB est un dispositif de protection qui permet d'interrompre automatiquement le courant en cas de défaut (court-circuit, surcharge, surtension). Contrairement au sectionneur, il peut fonctionner sous charge.

✦ Types de disjoncteurs HTB

- ✓ Disjoncteur à air comprimé : utilisé dans les anciennes installations.
- ✓ Disjoncteur à SF6 (hexafluorure de soufre) : courant dans les réseaux modernes, grâce à son excellente capacité d'extinction de l'arc électrique.
- ✓ Disjoncteur sous vide : utilisé principalement en HTA, mais aussi en HTB pour certaines applications.

💡 Exemple : Lorsqu'un court-circuit survient sur une ligne 225 kV, le disjoncteur HTB détecte le défaut et coupe instantanément le courant pour éviter des dommages importants.

🔌 3. Transformateurs de Puissance HTB

✦ Définition

Un transformateur de puissance permet de modifier la tension du réseau HTB pour assurer la transition entre différents niveaux de tension (exemple : passage de 225 kV à 90 kV).

✦ Types de transformateurs HTB

- ✓ Transformateur élévateur : augmente la tension pour optimiser le transport d'énergie sur de longues distances (ex. 20 kV → 400 kV).
- ✓ Transformateur abaisseur : réduit la tension pour la distribution locale (ex. 225 kV → 90 kV → 20 kV).

✦ Composants d'un transformateur HTB

- ◆ Enroulements primaires et secondaires : permettent la conversion de tension.
- ◆ Noyau magnétique : améliore l'efficacité du transfert d'énergie.
- ◆ Système de refroidissement (huile, air, SF6) : évite la surchauffe.
- ◆ Prises de réglage (OLTC) : ajustent la tension de sortie.

💡 Exemple : Un poste HTB 400 kV → 225 kV utilise un transformateur abaisseur pour permettre le transport d'électricité vers des industries et des postes HTA.

🌩️ 4. Parafoudres HTB

✦ Définition

Un parafoudre protège les équipements HTB contre les surtensions transitoires, notamment celles causées par la foudre ou des manœuvres de commutation sur le réseau.

✦ Types de parafoudres HTB

- ✅ Parafoudres à oxyde de zinc (ZnO) : très efficaces pour absorber les surtensions.
- ✅ Parafoudres à éclateurs : plus anciens, nécessitent un entretien régulier.

✦ Mode de fonctionnement

Lorsque la tension dépasse un seuil critique, le parafoudre absorbe l'excès d'énergie et la dérive vers la terre, protégeant ainsi les équipements sensibles.

💡 Exemple : Une ligne 225 kV frappée par la foudre peut voir sa tension monter brutalement. Le parafoudre absorbe l'excès de tension et évite des dégâts sur le transformateur.

◆ 6.3 Identification des Équipements HTB et Abréviations Associées

Dans les postes HTB, chaque équipement est repéré par des abréviations normalisées :

Abréviation Équipement

DBT Disjoncteur Basse Tension

DHT Disjoncteur Haute Tension

SHT Sectionneur Haute Tension

THT Transformateur Haute Tension

Abréviation Équipement

PHT Parafoudre Haute Tension

CT Capteur de courant

VT Transformateur de tension

OLTC Changeur de prises sous charge (On Load Tap Changer)

💡 Exemple : Sur un schéma électrique, un DHT 225 kV désigne un disjoncteur HTB pour un réseau à 225 kV.

◆ 6.4 Normes et Définitions des Installations Électriques HTB

✦ Les installations HTB sont soumises à des normes strictes pour garantir la sécurité et la fiabilité du réseau.

📄 Normes principales applicables en HTB

Norme	Description
-------	-------------

NF C18-510	Réglementation sur l'habilitation électrique et les règles de sécurité
------------	--

IEC 62271	Norme internationale sur les équipements HT (disjoncteurs, sectionneurs, etc.)
-----------	--

IEEE C62.41	Protection contre les surtensions et parafoudres
-------------	--

NF C13-100 Installations électriques à haute tension

CEI 60076 Norme sur les transformateurs de puissance

💡 Exemple : Un disjoncteur HTB SF6 doit être conforme à la norme IEC 62271, garantissant sa capacité à interrompre des courants de court-circuit élevés.

✦ Conclusion du Chapitre 6

✅ Les postes HTB sont constitués de plusieurs équipements essentiels pour la gestion du réseau électrique.

✅ Les sectionneurs permettent l'isolation des circuits, tandis que les disjoncteurs assurent leur protection.

✅ Les transformateurs de puissance abaissent ou élèvent la tension selon les besoins du réseau.

✅ Les parafoudres protègent les installations contre les surtensions et les phénomènes atmosphériques.

✅ Les normes NF C18-510 et IEC 62271 définissent les règles de conception et de sécurité des équipements HTB.

💡 Prochain chapitre : Les phénomènes d'induction en HTB et la réglementation associée. 🚀 ⚡

📖 Chapitre 7 : Sécurité et Risques Électriques en HTB



◆ 7.1 Phénomènes d'Induction en HTB

✦ Définition et Principe de l'Induction

L'induction électromagnétique est un phénomène physique où un champ électrique ou magnétique induit une tension dans un conducteur voisin sans contact direct.

✦ En Haute Tension B (HTB), l'induction peut être dangereuse pour les travailleurs et les équipements.

✦ Causes principales d'induction en HTB :

- ✓ Proximité d'une ligne sous tension avec un objet métallique.
- ✓ Présence de câbles non alimentés situés à proximité d'un circuit actif.
- ✓ Retour de courant à travers la terre en cas de défaut sur une installation.

● Risques liés à l'induction en HTB

- ⚡ Choc électrique par induction sur un objet conducteur proche d'une ligne HTB.
- ⚡ Endommagement des équipements électroniques sensibles aux champs magnétiques.
- ⚡ Risque de déclenchement intempestif des protections électriques.

✦ Exemples de cas d'induction dangereuse :

- Un câble déconnecté mais proche d'une ligne HTB peut présenter une tension induite.
- Un ouvrier touchant une structure métallique proche d'une ligne 225 kV peut recevoir un choc électrique.

💡 Prévention :

- ✓ Mise à la terre systématique des structures métalliques exposées à des champs électromagnétiques.
 - ✓ Utilisation d'équipements de détection de tension induite avant intervention.
 - ✓ Respect des distances de sécurité vis-à-vis des lignes HTB en service.
-

◆ 7.2 Protection Contre les Contacts Directs et Indirects en HTB

⚠ Protection Contre les Contacts Directs

✚ Un contact direct signifie un contact physique avec une partie active d'une installation HTB sous tension (ex : conducteur HTB nu).

Solutions de protection :

- ✓ Isolement des parties actives (barrières, capots, blindages).
- ✓ Maintien des distances de sécurité obligatoires.
- ✓ Utilisation d'équipements de protection individuelle (EPI) (gants isolants, perches, etc.).

💡 Exemple : Un technicien qui s'approche trop près d'un disjoncteur HTB sous tension peut subir un arc électrique mortel.

⚡ Protection Contre les Contacts Indirects

✚ Un contact indirect se produit lorsqu'une personne touche une masse métallique mise accidentellement sous tension (ex : boîtier métallique d'un transformateur mal isolé).

Solutions de protection :

- ✓ Mise à la terre efficace des masses métalliques.
- ✓ Installation de dispositifs différentiels HTB détectant les courants de fuite.
- ✓ Surveillance régulière de l'isolement des équipements.

💡 Exemple : Une panne d'isolement sur un transformateur HTB mal mis à la terre peut provoquer une électrisation fatale pour un technicien touchant la carcasse métallique.

◆ 7.3 Schémas de Liaison à la Terre (SLT) et Effets des Courants de Défaut

✦ Définition des Schémas de Liaison à la Terre (SLT)

Un Schéma de Liaison à la Terre (SLT) définit comment les masses électriques sont reliées à la terre pour évacuer les courants de défaut et assurer la sécurité.

✦ Les principaux SLT utilisés en HTB :

Type de SLT	Caractéristiques	Applications
Schéma TT	Neutre relié à la terre, masses reliées à une prise de terre distincte	Peu utilisé en HTB, mais courant en BT
Schéma IT	Neutre isolé de la terre ou relié via une impédance	Réseaux HTB sensibles nécessitant continuité d'exploitation
Schéma TN	Neutre relié directement à la terre, masses reliées au neutre	Postes HTB industriels avec protections différentielles rapides

💡 Exemple : Un réseau HTB 225 kV utilise souvent un SLT de type IT, car il permet de limiter les interruptions de service en cas de défaut d'isolement.

⚠ Effets des Courants de Défaut et Protection

✦ Un courant de défaut survient lorsqu'un conducteur HTB touche accidentellement une masse métallique ou la terre.

Les conséquences peuvent être graves :

- ⚡ Échauffement des équipements et risque d'incendie.
- ⚡ Électrisation des personnes en contact avec les structures métalliques.
- ⚡ Déséquilibre des tensions sur le réseau.

✦ Moyens de protection contre les courants de défaut :

- ✅ Mise en place de relais de protection HTB (détection de défaut d'isolement).
- ✅ Installation de parafoudres et de mise à la terre efficace.
- ✅ Surveillance thermique et inspection régulière des câbles HTB.

💡 Exemple : Lorsqu'un défaut d'isolement se produit sur une ligne 90 kV, un disjoncteur HTB coupe immédiatement le circuit pour éviter tout dommage.

◆ 7.4 Distances de Sécurité et Zones de Travail en HTB

✦ Distances de Sécurité en HTB

✦ En fonction du niveau de tension, il est impératif de respecter des distances minimales de sécurité.

Tension (kV) Distance minimale de sécurité

63 kV 0,70 m

90 kV 1,00 m

225 kV 2,50 m

400 kV 3,00 m

✦ Un non-respect de ces distances peut entraîner un arc électrique fatal.

💡 Exemple : Un technicien HTB travaillant à proximité d'une ligne 225 kV doit impérativement se tenir à plus de 2,50 m du conducteur sous tension.

● Zones de Travail en HTB

✦ Les postes HTB sont classés en zones à risque en fonction de la proximité avec les équipements sous tension.

Zone	Risque	Exemple
Zone sous tension	Risque maximal d'électrisation et d'arc électrique	Disjoncteurs, transformateurs HTB
Zone de voisinage	Risque d'induction et de contact indirect	Passages proches des câbles HTB
Zone sécurisée	Risque faible, accès contrôlé	Zones de contrôle et salles de commande

💡 Exemple : Un technicien HTB intervenant dans une zone sous tension doit être habilité H2V et porter un équipement de protection isolant.

✦ Conclusion du Chapitre 7

✅ L'induction électromagnétique en HTB peut provoquer des tensions parasites dangereuses.

- ✅ Les contacts directs et indirects sont des risques majeurs nécessitant des protections adaptées.
- ✅ Les schémas de liaison à la terre (SLT) assurent la sécurité des installations HTB.
- ✅ Le respect des distances de sécurité est essentiel pour prévenir les accidents mortels.

💡 Prochain chapitre : Les consignes de sécurité et équipements de protection en HTB.



Équipement	Fonction
Vêtements ignifugés et anti-arc	Limitent les brûlures en cas d'arc électrique
Chaussures isolantes	Évitent les courants de fuite au sol
Harnais de sécurité (en cas d'intervention en hauteur)	Protection contre les chutes sur pylônes et postes HTB
Outils isolés (pinces, perches, VAT - Vérificateur d'Absence de Tension)	Permettent des interventions sans risque de conduction électrique

💡 Exemple : Lors d'une intervention sur un sectionneur HTB 225 kV, l'électricien doit porter des gants isolants, une visière anti-arc et une combinaison ignifugée pour éviter tout risque en cas de surtension.

🔴 Équipements de Protection Collective (EPC)

Les EPC sont installés pour prévenir les accidents et limiter l'exposition aux risques électriques dans les environnements HTB.

✦ Dispositifs de protection collective en HTB :

- ✅ Mise en place de barrières de sécurité et balisage des zones à risque
- ✅ Systèmes de mise à la terre et court-circuit (MT/CC) avant toute intervention
- ✅ Perches isolantes et capes de protection des conducteurs pour éviter les contacts indirects
- ✅ Détecteurs de tension HTB et contrôleurs d'isolement
- ✅ Présence d'un surveillant de sécurité HTB lors des interventions à risque

💡 Exemple : Avant d'ouvrir un disjoncteur 400 kV, il est impératif d'installer des barrières de sécurité, d'effectuer une vérification d'absence de tension (VAT) et de baliser la zone pour éviter tout accès non autorisé.

◆ 8.2 Conduite à Tenir en Cas d'Incident ou d'Accident Électrique en HTB

✦ Principaux Incidents Électriques en HTB

Un incident en HTB peut provoquer des dégâts matériels importants et mettre en danger la vie des intervenants.

✦ Types d'incidents les plus courants :

- ⚡ Arc électrique causant des brûlures sévères
 - ⚡ Défaut d'isolement entraînant un contact indirect dangereux
 - ⚡ Court-circuit HTB provoquant une surtension et des explosions d'équipements
 - ⚡ Induction électromagnétique générant des tensions parasites dangereuses
-

🚒 Procédure en cas d'accident électrique

✦ Les actions à mener immédiatement :

- 1 Coupure d'urgence du circuit électrique via les disjoncteurs HTB.
- 2 Éloignement immédiat de la victime SANS contact direct (utilisation d'un outil isolant).
- 3 Vérification de l'état de conscience et des blessures (brûlures, arrêt respiratoire, perte de connaissance).
- 4 Appel aux secours (112 / service interne de sécurité) en précisant l'origine de l'accident.
- 5 Assistance à la victime (massage cardiaque si nécessaire, soins d'urgence).
- 6 Analyse de l'incident pour identifier les causes et améliorer les procédures de prévention.

💡 Exemple : Lorsqu'un arc électrique se produit lors de la maintenance d'un poste HTB 225 kV, les intervenants doivent immédiatement couper l'alimentation et évacuer la victime en toute sécurité avant d'appliquer les premiers soins.

◆ 8.3 Procédures de Consignation pour Travaux Hors Tension

✦ Définition de la Consignation Électrique en HTB

La consignation électrique est une procédure essentielle permettant de sécuriser un équipement électrique avant une intervention, en garantissant son absence de tension.

✦ Les étapes clés de la consignation HTB :

- ✅ Demande de consignation auprès du chargé de consignation (HC).
- ✅ Coupure de l'alimentation et séparation physique de la source électrique.
- ✅ Vérification d'absence de tension (VAT) avec un appareil adapté.
- ✅ Mise à la terre et en court-circuit (MT/CC) pour neutraliser tout risque de retour de tension.
- ✅ Verrouillage mécanique des organes de coupure pour empêcher toute réactivation.
- ✅ Apposition d'une signalisation de sécurité (« Travaux en cours – Défense de

manœuvrer »).

✓ Remise du titre d'intervention autorisant le début des travaux.

💡 Exemple : Avant d'intervenir sur un transformateur HTB 90 kV, un chargé HC effectue une consignation complète avec verrouillage des disjoncteurs et mise à la terre des équipements.

◆ 8.4 Isolement des Postes HTB à Isolement dans l'Air

✚ Qu'est-ce qu'un Poste HTB à Isolement dans l'Air (AIS) ?

Un poste AIS (Air-Insulated Substation) est un poste HTB où les composants (disjoncteurs, sectionneurs, transformateurs) sont installés en extérieur, avec l'air ambiant comme moyen d'isolation électrique.

✚ Caractéristiques des postes AIS :

✓ Éléments visibles et accessibles, facilitant la maintenance

✓ Coût plus faible que les postes à isolation gazeuse (GIS)

✓ Nécessite un espace important

✓ Sensibilité aux intempéries et à la pollution

⚠ Sécurité spécifique aux postes AIS

✚ Règles essentielles pour travailler en sécurité sur un poste HTB AIS :

✓ Respect des distances de sécurité pour éviter tout arc électrique spontané.

✓ Balisage strict des zones de travail pour empêcher les accès non autorisés.

✓ Mise à la terre obligatoire des équipements avant toute intervention.

✓ Port obligatoire des EPI isolants (gants, casques, combinaisons anti-arc).

💡 Exemple : Lors de la maintenance d'un disjoncteur HTB 225 kV dans un poste AIS, l'équipe doit isoler électriquement l'équipement, respecter les distances de sécurité et travailler avec des outils isolés.

✚ Conclusion du Chapitre 8

✓ Les équipements de protection individuelle et collective sont indispensables pour limiter les risques en HTB.

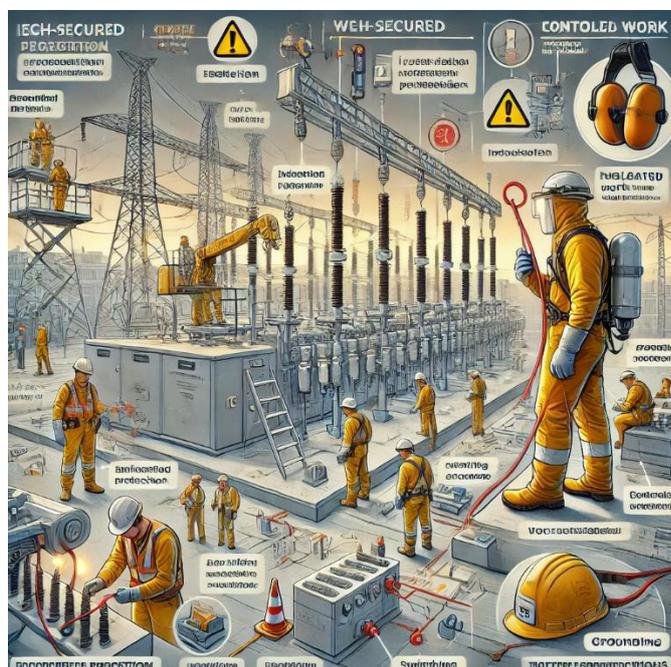
✓ En cas d'incident électrique, la rapidité d'intervention est essentielle pour sauver des vies et limiter les dégâts.

✓ La consignation électrique est obligatoire avant toute intervention sur un équipement HTB.

✅ Les postes AIS nécessitent des précautions spécifiques pour éviter les accidents liés aux arcs électriques.

💡 Prochain chapitre : Les manœuvres et interventions en HTB. 🚀 ⚡

📖 Chapitre 9 : Travaux et Manœuvres en Haute Tension HTB



◆ 9.1 Conditions d'Accès et de Travail en HTB

✦ Qui est autorisé à intervenir en HTB ?

Les installations HTB (Haute Tension B) sont des infrastructures à très haut risque, où seules les personnes habilitées et formées peuvent intervenir.

✦ Seuls les travailleurs ayant une habilitation HTB (H1V, H2V, HC) peuvent effectuer des opérations électriques sur le réseau HTB.

Habilitations requises :

Habilitation Type d'intervention autorisée

H0 Circulation en zone HTB sans intervention électrique

H1V Travaux sous consignation sur équipements HTB

H2V Travaux et manœuvres en exploitation HTB

HC Chargé de consignation et de sécurisation des installations

💡 Exemple : Un électricien avec une habilitation H1V peut intervenir sur un disjoncteur HTB 90 kV, mais seulement sous consignation préalable effectuée par un chargé HC.

◆ Principales Règles d'Accès aux Postes HTB

✦ Avant toute intervention en HTB, les conditions suivantes doivent être respectées :

- ✓ Accès réglementé et sécurisé : Badge d'autorisation + habilitation validée
- ✓ Port obligatoire des EPI HTB : Gants isolants, combinaison anti-arc, casque avec visière
- ✓ Respect des distances de sécurité HTB (ex : 2,50 m pour du 225 kV)
- ✓ Vérification d'absence de tension (VAT) obligatoire avant toute manipulation
- ✓ Présence d'un surveillant de sécurité en cas d'intervention à risque

💡 Exemple : Avant d'entrer dans un poste blindé 225 kV, un technicien doit s'identifier et suivre les instructions de sécurité spécifiques au site.

◆ 9.2 Procédures de Consignation HTB/HTA

✦ Définition de la consignation en HTB

✦ Une consignation électrique est une procédure permettant de garantir l'absence de tension sur une installation HTB avant une intervention.

Pourquoi consignons-nous un équipement HTB ?

- ⚡ Éviter tout risque d'électrocution ou d'arc électrique.
- ⚡ Empêcher la remise sous tension accidentelle.
- ⚡ Protéger l'intégrité des équipements et du réseau électrique.

📄 Étapes d'une Consignation HTB

- ✓ Demande de consignation auprès du chargé de consignation (HC).
- ✓ Coupure de l'alimentation et séparation physique des circuits sous tension.
- ✓ Vérification d'absence de tension (VAT) avec un appareil homologué.
- ✓ Mise à la terre et en court-circuit (MT/CC) des équipements HTB.
- ✓ Verrouillage mécanique des organes de coupure et affichage d'une signalisation « Travaux en cours – Défense de manœuvrer ».
- ✓ Remise du titre de travail HTB autorisant l'intervention.

💡 Exemple : Lors d'une intervention sur un transformateur HTB 225/90 kV, le chargé HC réalise une consignation complète, incluant le verrouillage des sectionneurs et la mise à la terre avant toute opération de maintenance.

◆ 9.3 Perturbations Électriques en Haute Tension et Prévention

✦ Types de Perturbations Électriques en HTB

✦ Les installations HTB sont sensibles à divers phénomènes pouvant altérer leur fonctionnement.

Type de perturbation	Origine	Effets
Surtensions transitoires	Coup de foudre, rupture de charge	Dégradation des isolants, déclenchements intempestifs
Courants de défaut	Mise à la terre accidentelle	Échauffement des câbles, risques d'incendie
Effet d'induction	Proximité de lignes HTB sous tension	Création de tensions parasites dangereuses
Harmoniques et déséquilibre	Charges non linéaires	Échauffement des transformateurs, mauvais rendement

💡 Exemple : Une surtension transitoire causée par la foudre sur une ligne 400 kV peut endommager les isolateurs et provoquer un déclenchement intempestif du réseau.

● Prévention des Perturbations en HTB

✦ Moyens de prévention et de protection :

- ✓ Installation de parafoudres HTB pour absorber les surtensions.
- ✓ Mise à la terre efficace des masses métalliques pour limiter les courants de défaut.
- ✓ Utilisation de transformateurs de mesure pour détecter les déséquilibres électriques.
- ✓ Surveillance thermique des câbles HTB avec caméras infrarouges.

💡 Exemple : Avant un orage, un technicien HC vérifie l'état des parafoudres HTB 225 kV pour s'assurer qu'ils pourront absorber les surtensions liées à la foudre.

◆ 9.4 Manœuvres en Charge et Procédures de Verrouillage en HTB

✦ Définition des Manœuvres en Charge

✦ Une manœuvre en charge consiste à commuter un équipement électrique (disjoncteur, sectionneur) alors qu'il est traversé par un courant.

Types de manœuvres en charge en HTB :

- ✓ Ouverture/fermeture de disjoncteurs HTB sous charge normale.
- ✓ Basculer une ligne HTB d'un jeu de barres à un autre sans interruption.
- ✓ Transfert de charge entre deux transformateurs HTB.

💡 Exemple : Lorsqu'un disjoncteur HTB 90 kV doit être remplacé, une manœuvre en charge est réalisée pour transférer l'alimentation sur une autre ligne HTB sans coupure de service.

🔒 Procédures de Verrouillage en HTB

✦ Pourquoi verrouiller un équipement HTB ?

- ✓ Empêcher toute manipulation involontaire d'un disjoncteur ou sectionneur HTB.
- ✓ Garantir la sécurité des opérateurs pendant une maintenance.
- ✓ Éviter une remise sous tension accidentelle.

✦ Étapes du verrouillage HTB :

- ✓ Installation d'un cadenas sur le mécanisme de commande.
- ✓ Apposition d'une étiquette « Consignation en cours – Ne pas manœuvrer ».
- ✓ Vérification par le chargé de consignation HC avant toute opération.
- ✓ Déverrouillage uniquement après réception d'un ordre formel.

💡 Exemple : Lorsqu'un disjoncteur HTB 225 kV est en maintenance, il est verrouillé mécaniquement et électriquement pour empêcher toute remise sous tension accidentelle.

✦ Conclusion du Chapitre 9

- ✓ Les interventions en HTB nécessitent des conditions d'accès strictes et des habilitations spécifiques.
- ✓ La consignation est une étape essentielle pour travailler en sécurité sur un poste HTB.
- ✓ Les perturbations électriques en HTB doivent être anticipées et contrôlées pour éviter les pannes.
- ✓ Les manœuvres en charge et les procédures de verrouillage garantissent la continuité et la sécurité des opérations en haute tension.

💡 Prochain chapitre : Les définitions et symboles utilisés dans les manœuvres HTB.

